Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 3, Fall 2023, p. 843-856

Quality Assessment of *Salvia officinalis* L. by Fresh and Dried Plants at Different Harvest Times

A. Moshtzan[1], A.R. Yavari[2*] - M. Soleimanizadeh[3]

Received: 07-12-2022
Revised: 19-01-2023
Accepted: 29-01-2023
Available Online: 29-01-2023

How to cite this article:
Moshtzan, A., Yavari, A.R., & Soleimanizadeh, M. (2023). Quality assessment of *Salvia officinalis* L. by fresh and dried plants at different harvest times. *Journal of Horticultural Science, 37*(3), 843-856. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhs.2023.79843.1213

Introduction

The diverse and magnificent plant kingdom of the world is widely known for its medicinal importance. Natural substances obtained from medicinal plants and their plant extracts are used for the treatment of a lot of diseases in human pathology as well as plant pathology. Therefore, it is important to understand the relationship between medicinal plant species and their environment in terms of producing optimal secondary metabolites. *Salvia officinalis* L., which belongs to Lamiaceae family, as the main herb in the world is cultivated in many countries. Essential oil from *S. officinalis* aerial parts is used as raw material in pharmaceutical and cosmetics industries. It has been known that different harvest times have a great effect on both quality and quantity of essential metabolites. Furthermore, the drying process, which is one of the post-harvest processes, is very expensive, but if it is done correctly, it significantly increases the efficiency and components of the essential oil after harvesting. In large-scale agriculture, *S. officinalis* raw materials needs a lot of space and high cost for drying process due to the large volume of material at harvest time. In this case, if it is possible to directly extract the essential oil with the desired quantity and quality from the fresh plant, the production cost will be significantly reduced from the economic point of view. For these reasons, it is necessary to determine optimum harvesting time(s) and plant material kinds affecting essential oil quantity and quality. The purpose of this study was to evaluate the yield and quality of valuable medicinal plant essential oil of *S. officinalis* in different harvesting times of fresh and dried plants throughout the year in Fars province to determine the yield and quality of essential oil.

Materials and Methods

For these purposes, aerial parts of *S. officinalis* in full flowering stage were collected from selected plants from a 3-year farm located in Saadatshahr city of Fars province. A factorial experiment based on a completely randomized blocks design with three replications and two factors include three different harvesting times (5th of May, 26th of July and 5th of November, 2020) and two types of plant materials (fresh and dry) was performed in the farm. The essential oils of different *S. officinalis* samples were extracted by hydro-distillation using Clevenger apparatus and with three replications. The yields were calculated based on dry weight and the oils were analyzed by a combination of GC-FID and GC-MS techniques, to check for chemical variability based on British Pharmacopoeia. At the end of the experiment, data analysis was performed using SAS software (version: 9.4). The means were compared by Duncan's multi-range test at a statistical level of 1%.

Results and Discussion

The results of the current study revealed that the essential oil content of *S. officinalis* aerial parts harvested at different times and plant materials ranged from 0.19% to 1.18% (w/w). It was found that the interaction effects

1, 2 and 3- Former M.Sc. Student and Assistant Professors, Department of Horticulture Science and Engineering, College of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran, respecticely.
(*- Corresponding Author Email: yavari@hormozgan.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jhs.2023.79843.1213

of harvesting times and plant materials on the essential oil yield was significant at the 1% probability level, and the comparison of the average interaction effects of harvesting times and plant materials showed that the highest essential oil yield of *S. officinalis* was related to the second harvesting time (26th of July, 2020) and the dry plant material (1.18 % w/w). Meanwhile, the lowest yield of essential oil (0.19% w/w) was obtained in the first harvesting time (5th of May, 2020) and in fresh plant material. 34 different constituents have been identified in which 22 compounds were common. Monoterpene hydrocarbons were the main group of compounds in all studied plant samples. The key compounds of essential oil were 1,8-cineol, α-thujone, β-pinene and camphor. The comparison of the average interaction effects of harvesting times and plant materials on the main compounds of the essential oil demonstrated that the interaction effects on α-thujone and camphor constituents were significant at the 1% probability level and for β-pinene were were significant at the 5% probability level. The results of this research showed that the yield of essential oil in dry plant materials was higher than in fresh plant materials and different harvesting times had a significant effect on the quantitative and qualitative performance of essential oil.

Conclusion

Eventually, the results obtained from this study showed that the quantity and quality of essential oil in *S. officinalis* were influenced by the different harvesting times and plant materials. In order to achieve the maximum quantity and quality of essential oil in this species, the best type of plant materials was dry plant material and the best harvesting times was the summer harvesting in the full flowering stage. Due to the fact that the performance of essential oil at different harvesting times fluctuates in terms of quantity and quality during the growing season, it is necessary to have the essential oil certificated from each harvest in order to successfully enter the market.

Keywords: Drying, Essential oil, Monoterpene hydrocarbons, Yield

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱٤۰۲، ص. ۸٤۳-۸٥٦

بررسی کیفی مریم‌گلی دارویی (*Salvia officinalis* L.) تازه و خشک در نوبت‌های مختلف برداشت

اسما مشت زن[1]- علیرضا یاوری[2]*- مژگان سلیمانی زاده[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۹

چکیده

مریم‌گلی دارویی با نام علمی *Salvia officinalis* L. گیاهی علفی و چندساله و متعلق به تیره نعناع (Lamiaceae) می‌باشد. این گیاه به‌دلیل دارا بودن اسانس، یک گیاه مهم اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. امروزه اسانس این گونه، در صنایع داروسازی، عطرسازی و فرآورده‌های آرایشی- بهداشتی کاربردهای مهمی دارد. خشک کردن فرآیند پس از برداشتی است که در کشت و کارهای با مقیاس صنعتی، به‌دلیل حجم بالای گیاه تازه تولیدی نیازمند فضای مکانی بزرگ و هزینه‌های بالا، چه به لحاظ سخت‌افزاری و چه به لحاظ نیروی انسانی، می‌باشد تا پس از آن جهت استخراج اسانس به کارخانه انتقال یابد. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی عملکرد کمی و کیفی اسانس گیاه مریم‌گلی دارویی در نوبت‌های برداشت مختلف در طول فصل رشد از گیاه تازه و خشک در شرایط آب و هوایی شهرستان سعادت‌شهر استان فارس انجام شد. بدین منظور، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل سه نوبت برداشت و عامل دوم نوع ماده گیاهی (تازه و خشک) بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل نوبت برداشت × نوع ماده گیاهی بر بازده اسانس گیاه مریم گلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثرات متقابل نوبت برداشت و نوع ماده گیاه نشان داد که بالاترین بازده اسانس گیاه مریم گلی مربوط به نوبت برداشت دوم و ماده گیاهی خشک که معادل ۱/۱۸ درصد (وزنی/وزنی) بود، به‌دست آمد که نسبت به دیگر تیمارها، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بررسی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس این گونه مشخص کرد که در مجموع ۳۴ ترکیب در اسانس سرشاخه‌های گل‌دار گیاه مریم‌گلی در نمونه‌های جمع‌آوری شده شناسایی شد. هیدروکربن‌های منوترپنی گروه اصلی سازنده ترکیبات در همه نمونه‌های گیاهی مورد مطالعه بود. ترکیب‌های شاخص تشکیل‌دهنده اسانس عبارت از ۱، ۸- سینئول، آلفا- توجون، بتا- پینن و کامفور بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل نوبت برداشت × نوع ماده گیاهی بر ۱، ۸- سینئول معنی‌دار نمی‌باشد، اما در ترکیبات آلفا- توجون و کامفور در سطح احتمال ۱ درصد و در بتا- پینن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید. در مجموع یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که بیشترین عملکرد کمی اسانس در شرایط آب و هوایی سعادت‌شهر استان فارس، از ماده گیاهی خشک و در نوبت برداشت دوم حاصل شد. این در حالی است که بیشترین میزان ترکیب‌های هیدروکربن، به‌عنوان شاخص کیفی اسانس مریم‌گلی، در نوبت برداشت سوم در هر دو ماده گیاهی تازه و خشک مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، خشک کردن، عملکرد، هیدروکربن‌های منوترپنی

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و استادیاران گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
(*- نویسنده مسئول: Email: yavari@hormozgan.ac.ir)

https://doi.org/10.22067/jhs.2023.79843.1213

مقدمه

گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن‌ها از جمله محصولات مهم بخش کشاورزی هستند که می‌توانند اهمیت زیادی در بخش کشاورزی و اقتصاد کشور به‌ویژه افزایش درآمدهای صادرات غیر نفتی داشته باشند (Kashfi-benab, 2009). با توجه به ارزش واحد بسیار بالا گیاهان دارویی، در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره برداری صحیح، این گیاهان می‌توانند اهمیت بسزایی در راستای اشتغال‌زایی و کاهش وابستگی اقتصاد ایران به صادرات نفت خام و توسعه صادرات غیر نفتی داشته باشند (Noorhosseini *et al.*, 2018). امروزه تعداد زیادی از مردم جهان به‌منظور درمان بیماری های جسمی و روانی خود از گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن استفاده می‌کنند. استفاده از این گیاهان به صورت روزافزون در حال افزایش است و گیاهان دارویی در سیکل اقتصاد جهانی نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کنند (He *et al.*, 2018). مصرف گیاهان دارویی به دلیل باورهایی که در مورد خواص طبیعی و سالم آن‌ها وجود دارد، در حال افزایش می‌باشد (Hosseini *et al.*, 2018).

مریم‌گلی دارویی (*Salvia officinalis* L.) یکی از مهمترین گیاهان معطر و دارویی متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است (Boszormenyi *et al.*, 2009). ماده موثره اصلی این گیاه اسانس بوده که اسانس این گیاه خاصیت ضد باکتریایی دارد و از آن در صنایع داروسازی، غذایی و همچنین در صنایع بهداشتی و آرایشی استفاده می‌شود (Omidbaigi, 2008). مریم‌گلی دارویی دارای طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های دارویی شامل: اثرات ضدسرطانی، ضدالتهابی، ضدانعقادی، آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی، ضد درد، هیپوگلیسمی و هیپولیپیدی می‌باشد (Ghorbani and Esmaeilizadeh, 2017).

تغییرات اقلیمی تأثیر شگرفی بر مؤلفه‌های رویشی و تولید اقتصادی ماده مؤثره گیاهان دارویی می‌گذارد (Mahmoudi Sourestani, 2018). یکی از عواملی که بر میزان مواد موثره تاثیرگذار بوده و باید به آن توجه داشت، زمان برداشت گیاه می‌باشد. در واقع، کمیت و کیفیت اسانس با توجه به زمان برداشت متفاوت بوده و بهره‌بردار باید بهترین زمان برداشت را که اندام مورد نظر حداکثر کمیت و کیفیت اسانس را دارا می‌باشد، شناسایی کرده و اقدام به برداشت نماید (Nik-khah, 2008). یک گونه گیاهی در شرایط مختلف محیطی، توانایی تولید اسانس‌هایی با ترکیبات مؤثر و فعالیت دارویی مختلف را دارد؛ تنوع در ویژگی‌های اسانس گیاهان دارویی ناشی از گوناگونی در ساختمان شیمیایی این گیاهان می‌باشد (Canzoneri *et al.*, 2011).

در سیکل تولید گیاهان دارویی فرآیندهای پس از برداشت این گیاهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Silva and Casali, 2000). در گیاهان دارویی فرآیند خشک کردن که یکی از فرآیندهای پس از برداشت می‌باشد، بر ارزش اقتصادی این گیاهان تاثیر فراوانی دارد؛ زیرا کمیت و کیفیت ماده موثره گیاهان را تحت تاثیر قرار می دهد (Khorramdel *et al.*, 2013). این مرحله بسیار هزینه‌بر است اما اگر به درستی انجام شود بازدهی و اجزای اسانس را به صورت قابل توجهی افزایش می‌دهد (Yazdani *et al.*, 2006). اهمیت خشک کردن یا استفاده از ماده گیاهی تازه به‌منظور استخراج اسانس، زمانی بیشتر جلب توجه می‌نماید که کارخانه فرآوری و استخراج اسانس در نزدیک‌ترین مکان نسبت به مزرعه پرورش گیاهان دارویی قرار داشته باشد و یا شرکت تولید کننده از نظر فضا برای خشک کردن و یا نگهداری ماده خشک گیاهی دچار محدودیت باشد. بنابراین اگر اسانس حاصل از گیاه تازه از کمیت و کیفیت استاندارد برخوردار باشد، هزینه‌های تولید را تا حد زیادی برای تولیدکننده کاهش خواهد داد (Reyes-Jurado *et al.*, 2015). فرآیند خشک کردن، اندازه و وزن محصول را کاهش داده و شرایط مناسب‌تری جهت حمل و نقل و انبارداری فراهم می‌کند (Abedi *et al.*, 2020).

با توجه به اینکه شرایط محیطی نقش تعیین کننده‌ای در تولید مواد موثره دارند، ارزیابی تغییرات شرایط محیطی بر بیوسنتز ترکیبات ثانوی در گیاهان دارویی و معطر مهم است. با در نظر گرفتن این نکته که تاکنون پژوهشی روی اثر زمان‌های مختلف برداشت و نوع ماده گیاهی بر گونه *S. officinalis* صورت نپذیرفته است، این مطالعه با هدف بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی اسانس گیاه مریم گلی دارویی در زمان‌های مختلف برداشت و از دو ماده گیاهی تازه و خشک صورت گرفت تا با استفاده از این بررسی گامی در جهت شناسنامه‌دار کردن ویژگی‌های اسانس حاصل از هر نوبت از برداشت صورت پذیرد.

مواد و روش‌ها

مکان اجرای آزمایش و ماده گیاهی

این پژوهش در سال ۱۳۹۹ در مزرعه ۳ ساله مریم گلی دارویی شرکت سبزدشت فارس در شهرستان سعادت‌شهر استان فارس اجرا گردید (جدول ۱ و شکل ۱). پیش از اجرای آزمایش سه نمونه خاک به‌صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف محل اجرای آزمایش انتخاب و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

از نظر کوددهی و آبیاری، با توجه به نتایج آنالیز خاک، در هر دوره برداشت به ازای هر هکتار ۱/۵ کیلوگرم هیومیک اسید و ۷ کیلوگرم کود کامل به‌همراه آبیاری بارانی به صورت جداگانه به زمین داده شد. آبیاری نیز به‌طور متوسط هر ۲ هفته یکبار صورت گرفت.

سرشاخه‌های گل‌دار مریم‌گلی دارویی مورد استفاده در این پژوهش از ۳۰ بوته انتخابی در دوره اوج گلدهی از ۲۱ اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ آغاز شد و در ۳ تاریخ مشخص ۱۳۹۹/۰۲/۱۶، ۱۳۹۹/۰۵/۰۵ و ۱۳۹۹/۰۸/۱۰ (که مصادف با اوج گلدهی هر نوبت برداشت بود) صورت گرفت (شکل ۲). بوته‌های انتخابی به ۳ نمونه مجزا تقسیم شدند. استخراج اسانس از نمونه‌های تازه بلافاصله پس از برداشت در آزمایشگاه شرکت صورت گرفت و جهت استخراج از گیاه خشک، نمونه‌ها در سایه در دمای اتاق (۲۶-۲۴ درجه سانتی‌گراد) خشک گردیده و تا زمان استفاده در ظرف‌های در بسته و محیط عاری از رطوبت نگهداری شدند.

استخراج اسانس

به منظور استخراج و تعیین درصد اسانس از گیاه تازه مقدار ۲۰۰ گرم ماده گیاهی استفاده گردید. استخراج اسانس از گیاه تازه در آزمایشگاه شرکت انجام شد. برای سنجش بازده اسانس از گیاه خشک، گیاهان برداشت شده در سایه و در دمای اتاق (۲۶-۲۴ درجه سانتی‌گراد) خشک گردید. برای تعیین درصد اسانس ۳۰ گرم از سرشاخه‌های گل‌دار خرد شده توسط آسیاب به روش تقطیر با آب به کمک دستگاه کلونجر طبق فارماکوپه بریتانیا (British pharmacopoeia, 2007) و به مدت ۳ ساعت در آزمایشگاه فناوری گیاهان دارویی دانشگاه هرمزگان اسانس‌گیری شد. پس از آن بازده اسانس نمونه‌های مختلف بر اساس درصد وزنی به وزنی قرائت گردید (رابطه ۱). جداسازی اسانس از ستون دستگاه، با سرنگ مخصوص جمع‌آوری و توسط سولفات سدیم بدون آب، آبگیری و در یخچال نگهداری شدند.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به ویژگی‌هایی جغرافیایی و هواشناسی محل اجرای آزمایش

Table 1- Information related to geographic and climatic features of the experiment site

بارندگی سالیانه Rainfall ($mm.year^{-1}$)	حداقل دما Minimal temp. (°C)	حداکثر دما Maximal temp. (°C)	میانگین دمای سالیانه Mean annual temp. (°C)	عرض جغرافیایی Latitude (N)	طول جغرافیایی Longitude (E)	ارتفاع Altitude (ppm)
264	-6.6	37.4	19.4	30° 05′	53° 05′	1770



شکل ۱- مزرعه مریم گلی مورد استفاده در پژوهش در مرحله رشد رویشی

Figure 1- *S. officinalis* farm used in the research in the vegetative growth stage

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکو-شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 2- Some physico-chemical characteristics of the soil at the test site

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی ECe (dS/m)	کربنات کلسیم معادل CCE (%)	نیتروژن N (%)	کربن آلی O.C (%)	شن Sand (%)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	کلاس بافت خاک Tex.	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	آهن Fe (ppm)	روی Zn (ppm)	منگنز Mn (ppm)	مس Cu (ppm)
8.50	1.41	31.60	0.13	1.27	10.00	49.00	41.00	Si.C	15.30	546.00	15.54	0.63	9.75	2.75



شکل ۲- مزرعه مریم گلی مورد استفاده در پژوهش در مرحله گلدهی

Figure 2- *S. officinalis* farm used in the research in the flowering stage

پس از اسانس‌گیری، اسانس‌ها جهت آنالیز و شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده با استفاده از تزریق به دستگاه‌های GC و GC-MS به آزمایشگاه گیاهان دارویی موسسه جنگل‌ها و مراتع کشور در تهران ارسال شد.

$$\text{بازده اسانس (\%)} = \frac{(\text{وزن اسانس} \times ۱۰۰)}{\text{وزن ماده گیاهی}}$$

رابطه ۱

جداسازی و شناسایی ترکیبات اسانس

از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC-MS) و کروماتوگرافی گازی (GC) جهت جداسازی و شناسایی ترکیبات استفاده شد. بعد از آماده کردن اسانس و تزریق آن به دستگاه کروماتوگرافی مناسب‌ترین برنامه‌ریزی دمایی ستون برای جداسازی کامل ترکیبات اسانس همچنین درصد ترکیبات تشکیل دهنده هر اسانس و شاخص بازداری هر ترکیب محاسبه شد. سپس اسانس‌ها به دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی تزریق شد و طیف جرمی ترکیب‌ها بدست آمد. برای شناسایی ترکیبات از پارامترهای مختلف مانند شاخص بازداری (IR) و زمان استفاده شد. بررسی طیف‌های جرمی و مقایسه این طیف‌ها با ترکیب‌های استاندارد و اطلاعات موجود در کتابخانه رایانه دستگاه GC-MS انجام شد. میزان درصد نسبی هر کدام از ترکیبات تشکیل دهنده‌ی اسانس با توجه به سطح زیر منحنی آن در کروماتوگرام GC به روش نرمال کردن سطح و نادیده گرفتن ضرایب پاسخ بدست آمد (Adams, 2007).

روش‌های تجزیه دستگاهی

دستگاه طیف‌سنج گازی (GC)

طیف‌سنج گازی مدل شیمادزو سری 9A دارای ستون موئینه به طول ۳۰ متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر با نام تجارتی DB-5 و ساخت کشور ژاپن می‌باشد. برنامه‌ریزی دمایی ستون از دمای اولیه ۶۰ درجه سانتی‌گراد شروع می‌شد و هر دقیقه ۳ درجه سانتی‌گراد به آن افزوده تا به دمای ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد برسد. سپس دما با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته در دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸/۵ دقیقه متوقف می‌گردید. دمای آشکارساز ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و دمای محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. آشکارساز مورد استفاده در دستگاه رنگ‌نگار گازی از نوع FID (آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای) بود و از گاز هلیم به عنوان گاز حامل استفاده شد و فشار ورودی آن به ستون برابر ۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تنظیم گردید.

دستگاه طیف‌سنج گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

از طیف‌سنج گازی واریان ۳۴۰۰ متصل شده به طیف‌سنج جرمی (Saturn II, GC/MS) استفاده گردید. ستون مورد استفاده به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون و از نوع DB-5 بود. برنامه‌ریزی حرارتی از ۵۰ تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳ درجه در دقیقه بود. درجه حرارت ترانسفرلاین ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت محفظه تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و از گاز هلیم به عنوان گاز حامل استفاده گردید. انرژی یونیزاسیون معادل ۷۰ الکترون ولت، سرعت گاز هلیم ۳۱/۵ سانتی‌متر بر ثانیه، دتکتور تله یونی (Ion trap)، زمان اسکن برابر یک ثانیه و ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۰۰ بوده است.

شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازداری کواتس که با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C_7-C_{25}) تحت شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها انجام شد و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر

گردیده بود، مقایسه شد. بررسی طیف‌های جرمی نیز جهت شناسایی ترکیب‌ها انجام گرفت و شناسایی‌های انجام گرفته با استفاده از طیف های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از کتابخانه‌های مختلف تأیید شد. درصد نسبی هر کدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف رنگ نگاره به دست آمد و با مقادیری که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس کواتس منتشر شده، مقایسه شد (Shibamoto, 1987; Davies, 1998).

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از بازده اسانس مریم گلی دارویی به کار رفته در این پژوهش جهت تجزیه واریانس به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و مقایسه میانگین ویژگی‌های اسانس به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ver. 9.4 مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت.

نتایج و بحث

درصد اسانس

طبق نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس مشخص شد که اثر متقابل نوع ماده گیاهی و نوبت برداشت بر درصد اسانس گیاه مریم گلی دارویی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل نوع ماده گیاهی و نوبت برداشت بر ترکیبات عمده شناسایی شده در اسانس گیاه مریم گلی دارویی نشان داد که اثر متقابل نوبت برداشت و حالت برداشت بر ترکیب ۸،۱- سینئول غیر معنی‌دار، بر ترکیبات آلفا- توجون و کامفور در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و بر ترکیب بتا- پینن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین بازده اسانس تولیدی مربوط به ماده گیاهی خشک و نوبت برداشت دوم (۱۳۹۹/۰۵/۰۵) با میانگین (۱/۱۸ درصد) می‌باشد که نسبت به ماده گیاهی تازه و دیگر زمان‌های برداشت اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد و کمترین بازده اسانس مربوط به حالت برداشت تازه و نوبت برداشت اول (۱۳۹۹/۰۲/۱۶) با میانگین (۰/۱۹ درصد) می‌باشد (جدول ۵). در فصل تابستان به دلیل گرم شدن هوا و شدت تابش UV، گیاه در شرایط تنش قرار گرفته و در مسیر تولید متابولیت‌های ثانویه قرار می‌گیرد؛ بیشترین تولید اسانس در شرایط نور کامل خورشید حاصل می‌شود (Yonli *et al*.,1997) و میزان تولید اسانس تحت شرایط نور اضافی بیشتر از گیاهان تحت شرایط نور معمولی است و تولید بیشتر اسانس بستگی زیادی به رژیم‌های نوری دارد (Letchamo and Gosselin, 1996). در پژوهشی که توسط مویدی و همکاران برروی چهار رقم ریحان صورت گرفت بررسی تغییرات درصد اسانس ارقام ریحان در واکنش به برداشت‌های مختلف نشان داد که اگر چه تمام بوته‌های مورد استفاده در تعیین محتوای اسانس، در مرحله رشدی یکسانی برداشت شدند، اما گیاهان متعلق به چین دوم به دلیل قرار گرفتن در معرض تابش بیشتر نور خورشید و انجام فعالیت‌های فتوسنتزی بیشتر، از متابولیت‌های ثانوی و اسانس بیشتری برخوردار بودند (Moayedi *et al*., 2021).

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر زمان‌های مختلف برداشت و ماده گیاهی بر درصد اسانس گیاه مریم گلی

Table 3- ANOVA (mean square) of the effect of different times and plant materials on the percentage of essential oil of *Salvia officinalis*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares	F-Value	Pr>F
بلوک Block	2	0.0053*	6.62	0.0147
نوع ماده گیاه Type of plant material (PM)	1	1.7422**	2153.85	<0.0001
نوبت برداشت Harvest time (HT)	2	0.17907**	221.38	<0.0001
PM×HT	2	0.02117**	26.17	0.0001
خطای آزمایش Error	10	0.0008	_	_
ضریب تغییرات CV (%)	-	4.67	_	_

ns، ** و * به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and *: non-significant, and significant at $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively.

جدول ٤- تجزیه واریانس تاثیر نوبت‌های مختلف برداشت و نوع ماده گیاهی بر ترکیبات عمده شناسایی شده در اسانس گیاه مریم گلی

Table 4- ANOVA (mean square) of the effect of different harvest times and the type of the plant materials on the major compounds identified in *Salvia officinalis* essential oil

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares			
		1,8-cineole	α-thujone	camphor	β-pinene
بلوک Block	2	1.029^{ns}	8.26^{ns}	1.961^{ns}	4.275^{ns}
نوع ماده گیاه Type of plant material (PM)	1	5.93^{ns}	2533.29^{**}	44.211^{**}	14.724^{*}
زمان برداشت Harvest time (HT)	2	250.29^{**}	281.95^{**}	537.647^{**}	156.427^{**}
PM×HT	2	10.79^{ns}	162.45^{**}	22.561^{**}	9.887^{*}
خطای آزمایش Error	10	5.12	5.92	1.519	2.172
ضریب تغییرات CV (%)		14.98	27.44	10.05	27.99

ns، ** و * به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and *: non-significant, and significant at $p≤0.01$ and $p≤0.05$, respectively.

عامل موثر دیگر میزان فتوسنتز می‌باشد. در واقع، گرما (گرمای بالای ۳۵-۴۰ درجه سانتی‌گراد) می‌تواند میزان فتوسنتز را محدود سازد و نیز با تغییر در میزان جذب مواد غذایی از خاک، تولید ماده آلی، قند و آمینواسیدها را دچار نوسان کند که در این وضعیت گیاه تنش ایجاد شده را دریافته و با کاهش فعالیت چرخه‌های مربوط به تولید متابولیت های اولیه، اقدام به فعال‌سازی مسیرهای تولید ثانویه (اسانس) می‌نماید تا با تنش ایجاد شده مقابله کند که باعث افزایش بازده اسانس می‌شود (Figueiredo *et al.*, 2008). در تحقیقی که توسط بلانک و همکاران (Blank *et al.*, 2011) روی گونه *Pogostemon cablin* در ۴ زمان مختلف (می، اگوست و نوامبر ۲۰۰۸ و فوریه ۲۰۰۹) برداشت انجام شد، دریافتند که در برداشت‌های مختلف، میزان اسانس متفاوت است.

همانطور که نتایج نشان می‌دهد میزان بازده اسانس گیاه مریم گلی دارویی، در گیاه خشک نسبت به گیاه تازه بیشتر بود. در واقع با خشک کردن گیاه تازه در شرایط مناسب، بازده اسانس افزایش یافته است؛ زیرا خشک کردن در دمای مناسب، نوعی تنش برای ماده گیاهی تازه محسوب می‌شود و تولید متابولیت‌های ثانویه در شرایط تنش افزایش می‌یابد (Omidbeigi, 2008). در هر دو نمونه خشک و تازه بیشترین بازده اسانس در برداشت دوم یعنی مردادماه و کمترین بازده اسانس در برداشت اول یعنی اردیبهشت ماه بوده است. با توجه به اینکه مریم‌گلی گیاهی مدیترانه‌ای است و در طول دوره رشد به گرما و هوای خشک نیاز دارد، در اولین چین برداشت یعنی اردیبهشت ماه با توجه به پایین بودن دمای هوا، کمترین میزان بازده اسانس حاصل شده است، در چین دوم یعنی مرداد ماه با ورود به فصل تابستان، دمای هوا افزایش یافته و میزان بازده اسانس نیز بیشتر بوده است، در چین سوم با ورود به فصل بهار و کاهش دوباره‌ی دمای هوا میزان بازده اسانس روند کاهشی داشته است، در واقع میزان تولید اسانس تابعی از دمای محیط می‌باشد و می‌توان نتیجه گرفت که این گیاه؛ در درجه حرارت‌های پایین میزان اسانس کمتری تولید می‌کند (Millan *et al.*, 2019).

در تحقیقی روی گیاه پونه (*Mentha longifolia* L. subsp. *Capensis*) عملکرد اسانس در حالت خشک و تازه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که عملکرد اسانس در حالت خشک شده ۳ برابر بیشتر نسبت به گیاه تازه گزارش شده است (Asekun *et al.*, 2007). در تحقیقی میزان عملکرد اسانس در گیاهان دیگر در حالت تازه و خشک مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در برخی موارد خشک کردن سبب افزایش عملکرد اسانس بعضی از گیاهان معطر می‌شود که این مورد در برگ درخت چایی، بابونه رومی و گونه ای اکالیپتوس مشاهده شده است (Omidbaigi *et al.*, 2005; Oztekin and Martinov, 2014). در این گیاهان بیشترین میزان اسانس پس از برداشت در نتیجه تغییر مقدار رطوبت نیست، بلکه به دلیل تجمع اسانس بعد از برداشت و در طی مراحل خشک کردن آن ها می‌باشد (Omidbaigi *et al.*, 2005).

جدول ۵- بازده اسانس مریم گلی دارویی در تیمارهای مختلف نوبت برداشت و ماده گیاهی تازه و خشک

Table 5- The yield of medicinal *S. officinalis* essential oil in different treatments of harvesting times and fresh and dry plant materials

نوع ماده گیاهی Type of plant material	میانگین بازده اسانس درصد (وزنی/ وزنی) Average efficiency of essential oil percentage (weight/weight)		
	برداشت اول (۱۳۹۹/۰۲/۱۶) First harvest 05.05.2020	برداشت دوم (۱۳۹۹/۰۵/۰۵) Second harvest 26.07.2020	برداشت سوم (۱۳۹۹/۰۸/۱۵) Third harvest 05.11.2020
تازه Fresh	0.19[c]	0.43[a]	0.26[b]
خشک Dried	0.80[b]	1.18[a]	0.77[b]

* حروف غیرمشابه در هر ردیف، به مفهوم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪ به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

* Means with different letters in each row are significantly different at 1% of probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ۶ مقایسه میانگین ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه مریم گلی دارویی در تیمارهای نوع ماده گیاهی و نوبت‌های مختلف برداشت را نشان می‌دهد که طبق نتایج به دست آمده مشخص شد که در ۴ ترکیب عمده گیاه مریم گلی در ترکیب ۱، ۸-سینئول اثر متقابل زمان و حالت برداشت معنی‌دار نمی‌باشد، در ترکیب آلفا توجون اثر متقابل نوبت برداشت و نوع ماده گیاهی در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد و بالاترین میانگین با عدد (۳۸/۶۸ درصد) مربوط به حالت برداشت خشک و نوبت برداشت سوم و کمترین میانگین با عدد (۲/۰۲ درصد) مربوط به نوبت برداشت اول و حالت برداشت تازه می‌باشد و در ترکیب بتاپینن اثر متقابل نوبت برداشت و نوع ماده گیاهی در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد و بالاترین میانگین با عدد (۱۳/۵۳ درصد) مربوط به حالت برداشت خشک و نوبت برداشت اول و کمترین میانگین با عدد (۱/۹۲ درصد) مربوط به نوبت برداشت سوم و نوع ماده گیاهی تازه می‌باشد.

جدول ٦- اثرات متقابل نوبت برداشت × نوع ماده گیاهی بر ترکیبات اسانس گیاه مریم گلی دارویی

Table 6- The interaction effects of harvesting time × the type of theplant material on the essential compounds of *Salvia officinalis* plant

نوع ماده گیاهی و نوبت برداشت Type of plant material and harvest time	ترکیبات Compounds								
	Manool	Humulene epoxide II	Viridiflorol	Bornyl acetate	Terpinen -4-ol	Borneol	Camphor	*α*-Thujone	*β*-Pinene
گیاه تازه- برداشت اول Fresh plant- First harvest	1.53[a]	0.38[b]	5.49[b]	0.01[c]	0.25[c]	3.10[b]	1.88[c]	2.02[d]	8.7[c]
گیاه تازه- برداشت دوم Fresh plant- Second harvest	1.48[a]	0.27[b]	3.25[c]	2.46[a]	0.42[b]	5.37[a]	16.44[b]	4[d]	2.3[c]
گیاه تازه- برداشت سوم Fresh plant- Third harvest	3.22[a]	0.97[a]	4.08[b]	0.10[b]	0.24[c]	1.28[c]	13.76[b]	5.3[d]	1.9[c]
گیاه خشک- برداشت اول Dried plant- First harvest	3.74[a]	0.22[b]	8.31[a]	0.12[b]	0.25[c]	4.78[a]	0.83[d]	14.7[c]	13.5[a]
گیاه خشک- برداشت دوم Dried plant- Second harvest	1.57[a]	0.28[b]	3.33[c]	1.84[a]	0.23[c]	3.62[b]	20.27[a]	29.08[b]	2.8[c]
گیاه خشک-برداشت سوم Dried plant- Third harvest	0.82[b]	0.46[b]	2.24[c]	0.55[b]	0.56[a]	1.78[c]	20.38[a]	38.6[a]	2.13[c]

* حروف غیرمشابه در هر ردیف، به مفهوم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪ به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

* Means with different letters in each row are significantly different at 1% of probability level based on Duncan's multiple range test.

جدول ۷- ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس گونه *Salvia officinalis* در نوع ماده گیاهی و نوبت‌های برداشت مختلف

Table 7- Identified compounds in the essential oils of *Salvia officinalis* in different plant materials and harvesting times

ردیف No.	ترکیب *Compound	شاخص کواتس **(KI)	درصد ترکیب‌ها Percentage of compounds					
			گیاه تازه Fresh plant			گیاه خشک Dried plant		
			برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest	برداشت سوم Third harvest	برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest	برداشت سوم Third harvest
1	α-thujene	929	0.3 ± 0.07	0.2 ± 0.10	0.3 ± 0.01	0.4 ± 0.09	0.36 ± 0.03	0.4 ± 0.11
2	α-pinene	939	2.6 ± 0.60	2.9 ± 1.26	2.9 ± 0.86	3.3 ± 0.55	3.4 ± 0.33	4.3 ± 1.06
3	camphene	957	1.5 ± 0.59	3.2 ± 1.40	4.0 ± 0.52	1.5 ± 0.10	3.4 ± 0.32	4.1 ± 0.88
4	sabinene	977	0.5 ± 0.07	0.3 ± 0.09	0.3 ± 0.02	0.3 ± 1.14	0.1 ± 0.10	0.2 ± 0.02
5	β-pinene	984	13.5 ± 2.61	2.8 ± 0.74	2.1 ± 0.11	8.8 ± 2.75	2.4 ± 0.13	1.9 ± 0.11
6	myrcene	988	0.9 ± 0.13	1.0 ± 0.21	1.0 ± 0.02	0.6 ± 0.06	0.7 ± 0.04	0.9 ± 0.10
7	limonene	1033	0.7 ± 0.09	1.7 ± 0.29	1.5 ± 0.11	0.6 ± 0.02	1.2 ± 0.06	1.2 ± 0.07
8	1,8-cineole	1036	22.3 ± 1.58	11.3 ± 1.44	10.1 ± 0.58	22.2 ± 4.21	15.5 ± 1.65	9.3 ± 1.22
9	(Z)β-ocimene	1040	trace	trace	trace	0.6 ± 0.02	trace	trace
10	(E)β-ocimene	1053	0.2 ± 0.04	0.2 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.7 ± 0.04	0.4 ± 0.05	0.4 ± 0.07
11	γ-terpinene	1063	0.3 ± 0.07	0.3 ± 0.01	0.1 0.01	0.2 ± 0.03	0.2 ± 0.03	0.1 ± 0.12
12	linalool	1100	0.4 ± 0.20	0.5 ± 0.07	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.05	0.4 ± 0.03	0.2 ± 0.17
13	α-thujone	1105	14.7 ± 4.33	29.1 ± 3.60	38.7 ± 2.13	18.3 ± 0.57	24.1 ± 0.68	40.0 ± 0.85
14	β-thujone	1120	2.0 ± 0.57	4.0 ± 0.68	5.3 ± 0.85	3.5 ± 0.39	3.8 ± 0.26	5.1 ± 0.27
15	camphor	1145	0.8 ± 0.19	20.3 ± 3.60	20.4 ± 0.10	1.9 ± 0.64	16.4 ± 1.14	13.8 ± 1.19
16	borneol	1166	4.8 ± 1.64	3.6 ± 0.71	1.8 ± 0.10	3.1 ± 0.7	5.4 ± 0.40	1.5 ± 0.09
17	Terpinen-4-ol	1175	0.3 ± 0.04	0.2 ± 0.01	0.6 ± 0.05	0.3 ± 0.04	0.2 ± 0.01	0.4 ± 0.05
18	α-terpineol	1190	0.2 ± 0.03	0.3 ± 0.08	0.1 ± 0.13	trace	0.2 ± 0.03	trace
19	bornyl acetate	1288	0.1 ± 0.20	1.8 ± 0.24	0.6 ± 0.10	trace	2.5 ± 1.18	0.1 ± 0.17
20	(E)- Caryophyllene	1415	11.5 ± 3.86	3.4 ± 0.99	1.3 ± 0.50	9.9 ± 2.47	5.5 ± 1.10	1.5 ± 0.15
21	β-copaene	1436	0.1 ± 0.19	trace	trace	0.1 ± 0.02	trace	trace
22	aromadendrene	1445	0.3 ± 0.31	0.1 ± 0.01	trace	0.6 ± 0.22	0.2 ± 0.05	trace
23	α-humulene	1460	5.9 ± 2.13	4.6 ± 2.03	2.0 ± 0.06	10.4 ± 2.42	5.4 ± 1.76	2.5 ± 1.01
24	γ-muurolene	1479	0.2 ± 0.29	trace	trace	0.5 ± 0.19	trace	trace

*) روش شناسایی: اندیس کواتس (KI)، اسپکترومتری جرمی (MS)، تزریق همزمان با تعدادی از ترکیبات استاندارد در دسترس.

**) اندیس کواتس در این تحقیق با استفاده از نرمال آلکان‌های ۲۴-۶ کربنه در ستون DB-5 تعیین گردید.

*) Mode of identification: Kovats index (KI), mass spectrometery (MS), and co-injection (CoI) with some available authentic compounds.

**) KI: Kovats indices determined in the present work relative to C6–C24 *n*-alkanes on the DB-5 column.

ادامه جدول ۷- ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس گونه *Salvia officinalis* در نوع ماده گیاهی و نوبت‌های برداشت مختلف

Continued Table 7- Identified compounds in the essential oils of *Salvia officinalis* in different plant materials and harvesting times

ردیف No.	ترکیب *Compound	شاخص کواتس **(KI)	درصد ترکیب‌ها Percentage of compounds					
			گیاه تازه Fresh plant			گیاه خشک Dried plant		
			برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest	برداشت سوم Third harvest	برداشت اول First harvest	برداشت دوم Second harvest	برداشت سوم Third harvest
25	Germacrene D	1486	0.3 ± 0.02	trace	trace	trace	trace	trace
26	viridiflorene	1495	0.1 ± 0.02	trace	trace	0.3 ± 0.07	0.1 ± 0.09	trace
27	bicyclogermacrene	1500	0.4 ± 0.40	0.1 ± 0.02	trace	0.2 ± 0.16	trace	trace
28	γ-cadinene	1515	0.1 ± 0.02	trace	trace	0.2 ± 0.04	trace	trace
29	δ-cadinene	1518	0.3 ± 0.08	trace	trace	0.4 ± 0.09	0.1 ± 0.08	trace
30	spathulenol	1571	0.1 ± 0.01	trace	trace	trace	trace	trace
31	Caryophyllene oxide	1585	0.6 ± 0.03	0.2 ± 0.05	0.3 ± 0.08	0.2 ± 0.02	0.3 ± 0.05	0.5 ± 0.01
32	viridiflorol	1605	8.3 ± 0.97	3.3 ± 1.36	0.2 ± 0.06	5.5 ± 1.18	3.3 ± 0.86	4.1 ± 0.59
33	Humulene epoxide II	1615	0.2 ± 0.07	0.3 ± 0.12	0.5 ± 0.11	0.4 ± 0.15	0.3 ± 0.06	1.0 ± 0.15
34	manool	2062	3.7 ± 1.13	1.6 ± 0.09	0.8 ± 0.14	1.5 ± 0.12	1.5 ± 0.08	3.2 ± 1.02
	هیدروکربن‌های منو ترپنی Monoterpene hydrocarbons		38.5	66.0	77.1	40.7	56.4	72.4
	منوترپن‌های اکسیژن‌دار Oxygenated monoterpenes		28.0	14.9	12.9	26.0	21.7	11.4
	هیدروکربن‌های سسکویی ترپنی Sesquiterpene hydrocarbons		20.1	10.5	4.7	23.2	14.4	5.6
	سسکویی ترپن‌های اکسیژن‌دار Oxygenated sesquiterpenes		12.1	4.9	3.0	7.0	4.8	7.3
	مقدار کل ترکیب‌های شناسایی شده Total amount of identified compounds		98.7	97.3	97.7	97.2	97.3	96.7

*) روش شناسایی: اندیس کواتس (KI)، اسپکترومتری جرمی (MS)، تزریق همزمان با تعدادی از ترکیبات استاندارد در دسترس.

**) اندیس کواتس در این تحقیق با استفاده از نرمال آلکان‌های ۲۴-۶ کربنه در ستون DB-5 تعیین گردید.

*) Mode of identification: Kovats index (KI), mass spectrometery (MS), and co-injection (CoI) with some available authentic compounds.

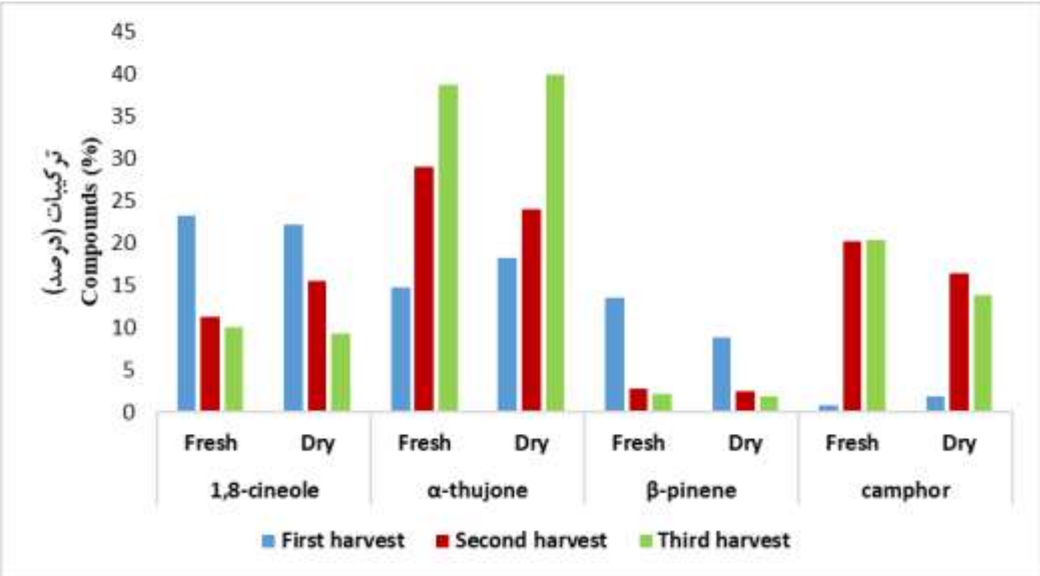
**) KI: Kovats indices determined in the present work relative to C6–C24 *n*-alkanes on the DB-5 column.

در ترکیب کامفور اثر متقابل نوبت برداشت و نوع ماده گیاهی در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد و بالاترین میانگین با عدد (۲۰/۳۸ درصد) مربوط به ماده گیاهی خشک و نوبت برداشت سوم و کمترین میانگین با عدد (۰/۸ درصد) مربوط به نوبت برداشت اول و نوع ماده گیاهی خشک می‌باشد.

تجزیه اسانس

در گیاهان دارویی علاوه بر کمیت محصول، کیفیت اسانس (از نظر نوع و مقدار ترکیبات تشکیل‌دهنده) نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (Moayedi *et al*., 2021). میزان ترکیبات ماده موثره در گیاه ثابت نبوده و متناسب با شرایط رشدی، اقلیمی و زمان برداشت تغییر می‌نماید (Alizadeh Saltah and Amani, 2021). در مجموع ۳۴ ترکیب در اسانس سرشاخه‌های گل‌دار گونه *S. officinalis* در نمونه های جمع‌آوری شده شناسایی شد (جدول ۷). مهم‌ترین ترکیبات شناسایی شده در اسانس این گیاه در مراحل مختلف برداشت، چهار ترکیب ۱،۸–سینئول (۱۵/۱ درصد)، آلفاتوجون (۲۷/۵ درصد)، بتاپینن (۳/۵ درصد) و کامفور (۱۲/۳درصد) بودند (شکل ۳). در پژوهشی با بررسی ترکیبات شیمیایی گیاه مریم گلی، کامفور (۳۳/۶۱ درصد)، ۱،۸–سینئول (۲۲/۲۲ درصد) و آلفا–توجون (۲۱/۴۳ درصد) به عنوان ترکیبات اصلی این گیاه شناسایی شدند، که با ترکیبات عمده شناسایی شده در پژوهش حاضر مطابقت دارد (El Euch *et al*., 2019). در مطالعه انجام شده توسط تاریت و همکاران (Taarit *et al*., 2009) مهم‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس این گیاه، ۱،۸–سینئول، آلفا–توجون، ویریدیفلرول و بتا–توجون معرفی گردید. این در حالی است که در پژوهش حاضر ترکیب ویریدیفلرول به عنوان ترکیب شاخص شناسایی نشد.

نتایج پژوهش نشان داد که بخش عمده اسانس گیاه مریم گلی دارویی را در نوبت‌های مختلف برداشت هیدروکربن‌های منوترپنی تشکیل می‌دهند، به طوری‌که این مواد به ترتیب تشکیل دهنده ۳۸/۵ ، ۶۶ و ۷۷/۱ درصد از اسانس در برداشت‌های اول، دوم و سوم در نمونه‌های تازه و ۴۰/۷ ، ۵۶/۴ و۷۲/۴ درصد از اسانس در برداشت های اول، دوم و سوم در نمونه‌های خشک بودند.



شکل ۳- ترکیبات عمده گیاه مریم‌گلی دارویی در نوبت‌های برداشت مختلف در ماده گیاهی تر و خشک

Figure 3- The main compounds of *Salvia officinalis* in the different harvesting times in the fresh and dried plant materials

بعد از هیدروکربن‌های منوترپنی، منوترپن‌های اکسیژن‌دار (۲۸، ۱۴/۹ و ۱۲/۹ درصد در نمونه‌های تازه و ۲۶ ، ۲۱/۷ و ۱۱/۴ درصد در نمونه‌های خشک) مقدار بیشتری از اسانس را به خود اختصاص داده اند و بعد از آن هیدروکربن‌های سسکوئی ترپنی (۲۰/۱، ۱۰/۵ و ۴/۷ درصد در نمونه‌های تازه و ۲۳/۲ ، ۱۴/۴، ۵/۶ درصد در نمونه‌های خشک) مقدار بیشتری از اسانس را به خود اختصاص داده‌اند و سسکوییترپن‌های اکسیژن دار (۱۲/۱، ۴/۹ و ۳ درصد در نمونه‌های تازه و ۷، ۴/۸، ۷/۳ درصد در نمونه‌های خشک) سهم کمتری از اجزای تشکیل‌دهنده اسانس را داشتند. سسکوئی‌ترپن‌ها ترکیبات سنگین‌تری هستند و سنتز آن‌ها در مراحل پایانی صورت می‌گیرد. در پژوهشی که توسط روسو و همکارانش (Russo *et al*., 2013) بر- روی گیاه مریم گلی در مناطق مختلف ایتالیا انجام شد نتایج نشان داد

که منوترپن‌های اکسیژن‌دار (۳۲/۶۰ تا ۶۱/۸۰ درصد) بخش اصلی اسانس این گیاه را تشکیل داده‌اند. در پژوهش حاضر منوترپن‌های اکسیژن‌دار بعد از هیدروکربن‌های منوترپنی بیشترین درصد اسانس را به خود اختصاص داده‌اند. در مطالعه انجام شده توسط ایزدی و میرازی (Izadi and Mirazi, 2020) برروی گیاه مریم گلی نتایج نشان داد که میزان سسکوئی ترپن‌های اکسیژن‌دار و دی‌ترپن‌ها در تمامی زمان‌های برداشت در مقابل گروه‌های دیگر ناچیز بود که با نتایج پژوهش حاضر که نشان داد سسکوئی ترپن‌های اکسیژن‌دار سهم کمتری از اجزای تشکیل‌دهنده اسانس را دارند مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

در کشت‌های با مقیاس‌های بزرگ، تولیدکنندگان گیاهان دارویی و معطر با حجم انبوهی از ماده گیاهی در هر نوبت برداشت مواجه می‌شوند که در این موارد نیاز به فضای زیاد و نیروی انسانی بیشتر جهت خشک کردن گیاهان برداشت شده هستند که این مساله سبب بالا رفتن هزینه‌های تولید خواهد شد و در این شرایط مقایسه بازده اسانس گیاه در حالت تازه و خشک ضرورت دارد. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه نشان داد که در گیاه *S. officinalis* کمیت و کیفیت اسانس تحت تاثیر نوبت برداشت و نوع ماده گیاهی قرار می‌گیرد. جهت دستیابی به حداکثر کمیت و کیفیت اسانس در این گیاه بهترین نوع ماده گیاهی، ماده خشک و بهترین نوبت برداشت، برداشت در فصل تابستان (مرداد ماه) در مرحله گلدهی کامل در شرایط آب و هوایی شهرستان سعادت شهر استان فارس می‌باشد. باتوجه به اینکه عملکرد اسانس در نوبت‌های برداشت مختلف از نظر کمی و کیفی در طول فصل رشد دارای نوسان می‌باشد لزوم شناسنامه‌دار کردن اسانس حاصل از هر نوبت برداشت جهت ورود موفق به بازار ضروری می باشد. در سال‌های اخیر با شیوع بیماری کرونا که دستگاه تنفسی را به شدت درگیر می کند، استفاده از این گیاهان جهت ساخت شربت‌های ضدسرفه مورد توجه قرار گرفته است. در نتیجه اگر تولید کننده بتواند ماده گیاهی با کیفیت مطلوب به کارخانه‌های سازنده داروهای گیاهی عرضه نماید، باعث ایجاد ارزش افزوده بالا برای تولیدکنندگان این عرصه خواهد شد.

منابع

1. Abedi, S., Ebrahimi, R., & Khaligi, A. (2020). Evaluation of some quantitative and qualitative traits of mint (*Mentha sativa* L.) under different drying methods. *Journal of Vegetable Sciences*, *4*(7), 71-83. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22034/iuvs.2020.125749.1095
2. Alizadeh Salteh, S., & Amani, M. (2021). Evaluation of climate effect on saffron's metabolites (Crocin, Picrocrocin and Safranal) in bonab region of Marand. *Journal of Horticultural Sciences*, *35*(4), 579-590. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JHS.2021.61978.0
3. Asekun, O.T., Grierson, D.S., & Afolayan, A.J. (2007). Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. Capensis. *Food Chemistry*, *101*(3), 995–998. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.052
4. Blank, A.F., Santana, T.C.P., Arrigoni-Blank, M.F., Prata, A.P.N., Jessus, H.C.R., & Alves, P.B. (2011). Chemical characterization of the essential oil from patchouli accessions harvested over four seasons. *Industrial Crops and Products*, *34*(1), 831–837. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.01.021
5. Boszormenyi, A., Hethelyi, E., Farkas, A., Horvath, G., Papp, N., Lemberkovics, E., & Szoke, E. (2009). Chemical and genetic relationships among Sage (*Salvia officinalis* L.) cultivars and judean sage (*Salvia judaica* Boiss.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(11), 4663–4667. https://doi.org/10.1021/jf9005092
6. 'British Pharmacopoeia' (2007) London, HMSO, (Appendix XI. Vol. 2). 137–138.
7. Canzoneri, M., Bruno, M., Rosselli, S., Russo, A., Cardile, V., Formisano, C., Rigano, D., & Senatorea, F. (2011). Chemical composition and biological activity of *Salvia verbenaca* essential oil. *Natural Product Communications*, *6*(7), 102-106. https://doi.org/10.1177/1934578X1100600725
8. El Euch, S.K., Hassine, D.B., Cazaux, S., Bouzouita, N., & Bouajila, J. (2019). *Salvia officinalis* essential oil: Chemical analysis and evaluation of anti-enzymatic and antioxidant bioactivities. *South African Journal of Botany*, *120*, 253–260. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.07.010
9. Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G., & Scheffer, J.C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, *23*(4), 213–226. https://doi.org/10.1002/ffj.1875
10. Ghorbani, A., & Esmaeilizadeh, M. (2017). Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, *7*(4), 433–440. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014
11. Izadi, Z., & Mirazi, N. (2020). Identification of chemical compounds and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of sage (*Salvia officinalis* L.) essential oil at different harvest times. *Journal of Qom University of Medical Sciences*, *14*(9), 1-15. (In Persian with English abstract).

http://dx.doi.org/10.52547/qums.14.9.1

12. He, J., Yang, B., Dong, M., & Wang, Y. (2018). Crossing the roof of the world: Trade in medicinal plants from Nepal to China. *Journal of Ethnopharmacology*, *224*, 100–110. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.04.034
13. Hosseini, S.S., Nadjafi, F., Asareh, M.H., & Rezadoost, H. (2018). Morphological and yield related traits, essential oil and oil production of different landraces of black cumin (*Nigella sativa*) in Iran. *Scientia Horticulturae*, *233*, 1–8. https://doi:10.1016/j.scienta.2018.01.038
14. Kashfi-benab, A. (2009). Relative economic advantage of cultivation and trade of medicinal plants in Iran and its value in world markets. *Journal of Business Reviews*, *44*(8), 67-78. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22034/iaes.2019.101320.1666
15. Khorramdel, S., Shabahang, J., & Asadi, G.H.A. (2013). Effect of drying methods on drying time, essential oil quantitative and qualitative of some of medicinal plants. *Ecophytochemical Journal of Medical Plants*, 36-48.
16. Letchamo, W., & Gosselin, A. (1996). Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. *Journal of Horticultural Science*, *71*(1), 123–134. https://doi.org/10.1080/14620316.1996.11515388
17. Mahmoudi Sourestani, M. (2018). Essential oil quantity and quality of two of spearmint (*Mentha spicata* L.) in different harvesting times. *Journal of Horticultural Science*, *31*, 825-835. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhorts4.v31i4.63776
18. Millan, M., Rowe, N.P., & Edelin, C. (2019). Deciphering the growth form variation of the Mediterranean chamaephyte *Thymus vulgaris* L. using architectural traits and their relations with different habitats. *Flora*, *251*, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.11.021
19. Moayedi, F., Kordi, S., Mehrabi, A., & Dastborhan, S. (2021). Evaluation of nitrogen and harvest time interaction on yield, quantity and quality of essential oil of four cultivars of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Horticultural Sciences*, *35*(4), 561-577. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JHS.2021.61976.0
20. Nik-khah, F. (2007). *The effect of harvesting and extraction time on the quantity and quality of three types of thyme essential oil* (*Thymus vulgaris, T. pubescens, T. daenensis*), Master's thesis, field of horticultural sciences, Islamic Azad University, Karaj branch.
21. Noorhosseini, S.A., Fallahi, I., Allahyari, S., Gholinejad, S., & Mjlisi, S. (2018). Identifying the economic and educational-extension activities affecting cultivated area of medicinal plants: a comparison of the weighting methods of entropy and fuzzy triangular in delphi technique. *Agricultural Extension and Education Research*, *10*(4), 1–12.
22. Silva, F., & Casali, V.W.D. (2000). *Plantas Medicinais e Aromaticas*: Pos-colheita e Oleos Essenciais,Vicosa-MG: UFV, DFT, 135.
23. Omidbaigi, R., Sefidkon, F., & Hejazi, M. (2005). Essential oil composition of *Thymus×citriodorus vulgaris* essential oils by GC–MS and GC. *Industrial Crops and Products*, *24*, 264–268.
24. Omidbaigi, R. (2008). *Production and Processing of Medicinal Plants*. Volume 1, Publications, Mashhad.
25. Oztekin, S., & Martinov, M. (2014). *Medicinal and Aromatic Crops: Harvesting, Drying, and Processing*. CRC Press.
26. Reyes-Jurado, F., Franco-Vega, A., Ramirez-Corona, N., Palou, E., & Lopez-Malo, A. (2015). Essential oils: antimicrobial activities, extraction methods, and their modeling. *Food Engineering Reviews*, *7*(3), 275–297. https://doi.org/10.1007/s12393-014-9099-2
27. Russo, A., Formisano, C., Rigano, D., Senatore, F., Delfine, S., Cardile, V., Rossellli, S., & Bruno, M. (2013). Chemical composition and anticancer activity of essential oils of mediterranean sage (*Salvia officinalis* L.) grown in different environmental conditions. *Food and Chemical Toxicology*, *55*, 42–47. https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.12.036
28. Taarit, M.B., Msaada, K., Hosni, K., & Marzouk, B. (2009). Plant growth, essential oil yield and composition of sage (*Salvia officinalis* L.) fruits cultivated under salt stress conditions. *Industrial Crops and Products*, *30*(3), 333–337. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.06.001
29. Yazdani, D., Shahnazi, S., Jamshidi, A.H., Rezazadeh, S.A., & Mojab, F. (2006). Study on variation of essential oil quality and quantity in dry and fresh herb of thyme and tarragon. *Journal of Medicinal Plants*, *5*(17), 7–15. (In Persian with English abstract). http://dorl.net/dor/20.1001.1.2717204.2006.5.17.11.7
30. Yonli, L.I., Craker, L.E., & Potter, T. (1995). Effect of light level on essential oil preduction of sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). *Horticulture*, 67, 797-802. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1996.426.46